

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 528**

51 Int. Cl.:

**H04W 24/02** (2009.01)

**H04W 88/18** (2009.01)

**H04L 12/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2013 PCT/EP2013/053595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2013 WO13124435**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2013 E 13705992 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 2817997**

54 Título: **Interacción de función de red de auto organización**

30 Prioridad:

**22.02.2012 US 201261601861 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**24.03.2021**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)  
(100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**RÁCZ, ANDRÁS;  
AMIRIJOO, MEHDI;  
GUNNARSSON, FREDRIK;  
KALLIN, HARALD y  
MOE, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 813 528 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Interacción de función de red de auto organización

### Campo técnico

5 La presente descripción se refiere en general a las funciones de red de auto organización (SON), y en particular a los métodos de interacción entre las funciones jerárquicas SON y los nodos de red configurados para llevar a cabo dichos métodos.

### Antecedentes

10 Las redes de comunicación inalámbricas son omnipresentes y se vuelven cada vez más complejas a medida que se establecen nuevos estándares y protocolos para aumentar la cantidad de abonados, las tasas de datos, la eficiencia y la cantidad y variedad de servicios entregados a los abonados.

15 Un ejemplo representativo de un estándar moderno de red de comunicación inalámbrica es la evolución a largo plazo (LTE), definida por el Proyecto de Asociación de Tercera generación (3GPP). La Figura 1 muestra un diagrama de bloques funcional de una red LTE, que incluye una red central (es decir, núcleo evolucionado de paquetes) y una red de acceso de radio (es decir, la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada o E-UTRAN). Los nodos evolucionados de la red de núcleo de paquetes incluyen aquellos que tienen la funcionalidad de una Entidad de Gestión de la movilidad (MME) y una Puerta de Enlace de Señalización (S-GW). Los nodos E-UTRAN incluyen los Nodos B evolucionados (eNB). Los eNB se conectan entre sí a través de la interfaz lógica X2, y a los MME/SGW a través de la interfaz lógica S1.

20 En la Figura 2 se muestra un sistema de gestión representativo. Los elementos de nodo (NE), también conocidos como eNodoB o eNB, son gestionados por un administrador de dominio (DM), también denominado sistema de operación y soporte (OSS). Un DM puede ser administrado además por un administrador de red (NM). X2 interconecta dos NE, mientras que la interfaz entre dos DM se denomina lrf-P2P. Tenga en cuenta que, aunque las realizaciones de la presente invención se describen en este documento con respecto a LTE 3GPP, la invención es aplicable a cualquier protocolo de red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, WCDMA, GSM, WiMAX, etc.).

25 El sistema de gestión puede configurar los elementos de la red, así como recibir observaciones asociadas a características en los elementos de la red. Por ejemplo, DM observa y configura NE, mientras que NM observa y configura DM, así como NE a través de DM. Por lo tanto, el sistema de gestión es jerárquico, con un NM de alto nivel que recibe información de, y controla, las funciones de DM de nivel inferior y los NE. En principio, cualquier función que optimice automáticamente los parámetros del NE puede ejecutarse en el NE, DM o NM.

30 Las funciones que monitorizan automáticamente las operaciones y los parámetros de la red, y las acciones del usuario, y toman acciones automáticamente para optimizar las operaciones de la red se denominan funciones de red de auto organización (SON). Las funciones SON también están estructuradas jerárquicamente, con una función SON de alto nivel (por ejemplo, un NM) que opera para optimizar la red general, y una pluralidad de funciones SON de nivel inferior (por ejemplo, en cada NE) que optimiza localmente el NE, bajo el control y dirección de la función SON de alto nivel. Los términos "función SON de alto nivel", "administrador de red (NM)" o "sistema de gestión de red (NMS)" y "función SON centralizada" se usan como sinónimos en el presente documento. Del mismo modo, las "funciones SON de nivel inferior" a veces se denominan funciones SON del "elemento de red (NE)" o funciones SON "distribuidas".

40 Las funciones SON pueden variar dependiendo de la escala de tiempo en la que operan (por ejemplo, que van desde el nivel de segundos/minutos hasta el nivel de horas/días), el conjunto de parámetros objetivo y el tipo de optimización que ejecutan. Por ejemplo, las funciones SON que requieren una operación rápida y/o tratar con acciones individuales por usuario generalmente se implementan en la red, cerca de la interfaz de radio. Otras funciones que operan en una escala de tiempo más larga y que se ocupan de las optimizaciones a nivel de celda se pueden implementar más arriba en el sistema de administración.

45 Para soportar la interacción entre las funciones SON en la red y el sistema OAM (o entre las funciones SON de nivel inferior y una función SON de alto nivel) existe un conjunto mínimo de funciones de control definidas y estandarizadas por 3GPP. Esto incluye, por ejemplo, el establecimiento de parámetros de destino para las funciones SON de la red o la especificación de la importancia de un objetivo en comparación con otros mediante la asignación de prioridades (consulte, por ejemplo, la Sección 4.7 de la TS 32.522, V11.1.0, 2011-12, para más detalles).

50 El estándar 3GPP también define los procedimientos de notificación en la interfaz lrf-N, que el DM puede usar para notificar al NM cuando se han cambiado algunos parámetros de configuración en la red. Esto puede ayudar al NM a obtener una vista actualizada de la configuración de la red, cubriendo, por ejemplo, los casos en que la función SON del NE ha cambiado ciertos parámetros de la celda. Sin embargo, la indicación no revela qué función ha cambiado este parámetro (por ejemplo, qué función SON) o la razón específica del cambio.

Aunque las diferentes funciones SON implementadas en diferentes partes del sistema (es decir, en el NE, en DM o NM) generalmente tienen un alcance diferente y se dirigen a diferentes conjuntos de ajustes de parámetros, no es posible y ni siquiera deseable evitar solapamientos por completo. En parte, esto se debe al hecho de que el mismo problema, que muestra los mismos síntomas o síntomas similares, podría resolverse de diferentes maneras mediante diferentes algoritmos SON. Por ejemplo, el equilibrio de carga puede ejecutarse mediante el traspaso forzado de usuarios entre celdas vecinas, que puede ejecutarse mediante una función SON en la RAN o podría ejecutarse cambiando los tamaños de celda mediante la inclinación de la antena desde el sistema OAM.

Actualmente no existe una solución especificada para el intercambio de información entre las funciones SON en diferentes niveles jerárquicos, es decir, las funciones SON de nivel inferior en la red y la función SON de alto nivel en el OAM, que sería suficiente para resolver conflictos y evitar interferencias entre las diferentes Funciones SON. Las mediciones de rendimiento (PM) definidas actualmente (es decir, contadores, Indicadores Clave de Rendimiento (KPI), eventos) no son suficientes para la observación de las acciones y el funcionamiento de las funciones SON de nivel inferior desde la función SON de alto nivel. Los mecanismos de notificación definidos en el estándar para la indicación de cambios en los parámetros de la red no son suficientes para propósitos de coordinación SON, ya que no cubren la notificación de acciones reales SON, y no revelan qué función ha iniciado la reconfiguración y por qué motivo.

Esto significa que las funciones SON en diferentes niveles jerárquicos deben actuar "a ciegas" en el sentido de que no tienen información sobre las acciones de las otras funciones SON que trabajan en el mismo objetivo o similar. Esto podría dar lugar a una situación en la que una función SON anula el efecto de la otra función SON, o las dos funciones SON quedan atrapadas en una solución subóptima.

La técnica anterior con respecto a las funciones SON se conoce, por ejemplo, por el documento US 2010/232318 A1 y REDES NOKIA SIEMENS: "Solución Genérica para la Coordinación SON", proyecto 3GPP; S5-110112; SA WG5, Dresden, ALEMANIA; 20120106 - 20120110, 30 de enero de 2012 (2012-01-30), XP050579269.

Por consiguiente, existe la necesidad de una técnica que mejore la interacción entre las funciones SON organizadas jerárquicamente.

La sección de antecedentes de este documento se proporciona para ubicar las realizaciones de la presente invención en un contexto tecnológico y operativo, para ayudar a los expertos en la materia a comprender su alcance y utilidad. A menos que se identifique explícitamente como tal, ninguna declaración en este documento se admite como técnica anterior simplemente por su inclusión en la sección de Antecedentes.

### 30 **Compendio**

La presente descripción proporciona un método, un medio legible por ordenador y un nodo de red según las reivindicaciones independientes. Desarrollos ventajosos se exponen en las reivindicaciones dependientes.

A continuación se presenta un resumen simplificado de la divulgación para proporcionar una comprensión básica a los expertos en la materia. Este resumen no es una descripción general extensa de la divulgación, no pretende identificar elementos clave/críticos de las realizaciones de la invención o delinear el alcance de la invención. El único propósito de este resumen es presentar algunos conceptos divulgados aquí en forma simplificada como preludio de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

De acuerdo con una o más realizaciones descritas y reivindicadas en el presente documento, se especifica un conjunto de características de reporte que podrían implementarse mediante funciones SON de nivel inferior para soportar la observación de algoritmos SON de red mediante funciones SON de alto nivel (por ejemplo, funciones OAM). Las funciones SON de nivel inferior pueden estar operativas para ajustar los parámetros locales (por ejemplo, relacionados con el área y/o la capacidad de servicio del elemento de red). Los eventos y/o mediciones del algoritmo SON reportados pueden definirse de modo que puedan ser utilizados por la función SON de nivel superior para resolver conflictos y controlar las funciones SON de nivel inferior. Algunas realizaciones especifican características de reporte de la función SON y su configuración en el marco de la especificación de la interfaz lte-N definida por el 3GPP.

Una realización se refiere a un método, mediante una función SON de alto nivel en una estructura jerárquica de funciones SON en una red, de interacción con una o más funciones SON de nivel inferior. La información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado se recibe desde una o más funciones SON de nivel inferior, la información incluye la identidad de una o más funciones SON de nivel inferior y cualquier acción de optimización de red realizada por la función SON de nivel inferior. Se analiza la información recibida de una o más funciones SON de nivel inferior. Se realizan una o más acciones para optimizar la red en respuesta al análisis de información.

La información puede incluir una acción de optimización de red realizada por una o más funciones SON de nivel inferior.

Además, la información sobre el estado de la red puede pertenecer a las condiciones de una o más funciones SON de nivel inferior. En un ejemplo, tales condiciones de una o más funciones SON de nivel inferior pueden pertenecer a

un estado interno de una o más funciones SON de nivel inferior (como estados de funciones SON, objetivos SON, posibles impactos de acciones tomadas o a ser tomadas por las funciones SON de nivel inferior, las políticas de coordinación SON, etc.).

5 La información puede incluir de manera adicional o alternativa una o más recomendaciones de optimización de red. La recomendación de optimización de red puede ser realizada por las funciones SON de nivel inferior. En algunas realizaciones, la recomendación de optimización de red es un parámetro de configuración sugerido para una o más funciones SON de nivel inferior.

10 El paso del método de realización de una o más acciones para optimizar la red puede incluir ajustar uno o más parámetros de operación de la red. El ajuste de uno o más parámetros de operación de la red puede alterar el área geográfica de servicio de uno o más elementos de red operativos para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados o la capacidad de uno o más elementos de red operativos para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados.

El uno o más parámetros de operación pueden incluir un parámetro de configuración para una o más funciones SON de nivel inferior.

15 En una implementación, la información incluye una descripción de un problema detectado por una o más funciones SON de nivel inferior y/o detalles del problema. La descripción del problema puede incluir además una fuente anticipada del problema y/o una solución sugerida para el problema.

En una implementación, el uno o más parámetros de operación incluyen si una o más funciones SON de nivel inferior están activadas o desactivadas.

20 En una implementación, la información se recibe a través de una interfaz 3GPP ltf-N, en la que la interfaz puede incluir el Punto de Referencia de Integración del Modelo de Recursos de Red de Políticas SON de la ltf-N, el Punto de Referencia de Integración de Gestión del Rendimiento de la ltf-N y/o el Punto de Referencia de Integración de rastreo de la ltf- N .

25 La información puede incluir reportes de balanceo de carga, estadísticas de traspaso y/o acciones individuales del Equipo de Usuario.

30 También se describe un método, mediante una función SON de nivel inferior en una estructura jerárquica de funciones SON en una red, de interacción con una función SON de alto nivel. Se recopila información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado (por ejemplo, relacionada con un elemento de red operativo para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a los abonados). La información, incluida la identidad de la función SON de nivel inferior, se envía a una función SON de alto nivel en la red. El método puede incluir además realizar una o más acciones de optimización de red, y en el que la información incluye las acciones realizadas.

35 En un ejemplo, el método puede incluir además mantener información sobre al menos una de las acciones tomadas por y/o el estado de la función SON de nivel inferior. La información puede mantenerse localmente en una base de datos o en cualquier otro repositorio de datos. Además, la información mantenida puede actualizarse periódicamente según sea necesario.

En una implementación, la información incluye adicionalmente una o más recomendaciones de optimización de red. La recomendación de optimización de red puede ser realizada por las funciones SON de nivel inferior. En algunas implementaciones, la recomendación de optimización de red es un parámetro de configuración sugerido para una o más funciones SON de nivel inferior.

40 La información sobre las condiciones de las redes puede, en una variante, pertenecer a las condiciones de una o más funciones SON de nivel inferior, como un estado interno de una o más funciones SON de nivel inferior.

45 El método puede incluir además recibir, desde la función SON de alto nivel, uno o más parámetros objetivo, y realizar la optimización de la red local de acuerdo con los parámetros objetivo. El método también puede incluir recibir, desde la función SON de alto nivel, una indicación para activar o desactivar una optimización de red o no, en respuesta a la indicación.

En una implementación, el método puede incluir detectar un problema asociado con el elemento de red, en el que la información incluye una descripción y/o detalles del problema. La descripción del problema puede incluir además una fuente anticipada del problema y/o una solución sugerida para el problema.

50 En algunas implementaciones, el envío de la información incluye el envío de la información a través de una interfaz 3GPP ltf-N, en la que la interfaz puede incluir el Punto de Referencia de Integración del Modelo de Recursos de Red de Políticas SON de la ltf-N, el Punto de Referencia de Integración de la Gestión del Rendimiento de la ltf-N y/o el Punto de Referencia de Integración de rastreo de la ltf-N.

La información puede incluir reportes de balanceo de carga, estadísticas de traspaso y/o acciones individuales del Equipo de Usuario.

- 5 Un nodo de red según un aspecto incluye una interfaz de red, un controlador conectado operativamente a una memoria y la interfaz de red. La memoria es operativa para almacenar el código del programa informático que contiene instrucciones operativas para hacer que el controlador implemente la funcionalidad de una función de "red" de auto organización de alto nivel, la función de alto nivel SON en una estructura jerárquica de funciones SON en una red , para interactuar con una o más funciones SON de nivel inferior.
- El controlador es operable para recibir, de una o más funciones SON de nivel inferior, la información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado, la información que incluye la identidad de una o más funciones SON de nivel inferior, analizar la información recibida de una o más funciones SON de nivel inferior y realizar una o más acciones para optimizar la red en respuesta al análisis de información.
- 10 La información puede incluir una acción de optimización de red realizada por una o más funciones SON de nivel inferior.
- En una variante, la información con respecto a las condiciones de la red se refiere a las condiciones de una o más funciones SON de nivel inferior, como un estado interno o cualquier parámetro perteneciente a una o más funciones SON de nivel inferior.
- 15 La información también puede incluir una o más recomendaciones de optimización de red. La recomendación de optimización de red puede ser realizada por las funciones SON de nivel inferior. En algunas realizaciones, la recomendación de optimización de red es un parámetro de configuración sugerido para una o más funciones SON de nivel inferior.
- 20 En una implementación, la una o más acciones para optimizar la red pueden incluir ajustar uno o más parámetros de operación de la red. El ajuste de uno o más parámetros de operación de la red puede alterar el área geográfica de servicio de uno o más elementos de red operativos para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados o la capacidad de uno o más elementos operativos de red de proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados. El uno o más parámetros de operación pueden incluir un parámetro de configuración para una o más funciones SON de nivel inferior.
- 25 En una implementación, la información incluye una descripción de un problema detectado por una o más funciones SON de nivel inferior y/o detalles del problema. La descripción del problema puede incluir además una fuente anticipada del problema y/o una solución sugerida al problema.
- En una implementación, el uno o más parámetros de operación incluyen si una o más funciones SON de nivel inferior están activadas o desactivadas.
- 30 En una implementación, la información se recibe a través de una interfaz 3GPP Itf-N, en la que la interfaz puede incluir el Punto de Referencia de Integración del Modelo de Recursos de Red de Políticas SON de la Itf-N, el Punto de Referencia de Integración de Gestión de Rendimiento de la Itf-N y/o el Punto de Referencia de Integración de rastreo de la Itf- N.
- 35 La información puede incluir reportes de balanceo de carga, estadísticas de traspaso y/o acciones individuales del equipo de usuario.
- También se describe un nodo de red de acceso que incluye una interfaz de red, un transceptor operativo para transmitir y recibir señales a través de una o más antenas, la una o más antenas, un controlador conectado operativamente a una memoria, la interfaz de red y el transceptor. La memoria está operativa para almacenar el código del programa informático que contiene instrucciones operativas para hacer que el controlador implemente la funcionalidad de una función "SON" de red de auto organización de nivel inferior, la función SON de nivel inferior en una estructura jerárquica de funciones SON en una red, para interactuar con una función SON de alto nivel.
- 40 El controlador funciona para recopilar información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado (por ejemplo, relacionado con un elemento de red operativo para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados) y enviar la información, que incluye la identidad de la función SON de nivel inferior , a una función SON de alto nivel en una red.
- 45 En una implementación, el controlador puede funcionar adicionalmente para realizar una o más acciones de optimización de red, y en las que la información incluye las acciones realizadas.
- 50 En una implementación, la información incluye adicionalmente una o más recomendaciones de optimización de red. La recomendación de optimización de red puede ser realizada por las funciones de SON nivel inferior. En algunas implementaciones, la recomendación de optimización de red es un parámetro de configuración sugerido para una o más funciones SON de nivel inferior.
- La información sobre las condiciones de la red puede pertenecer a las condiciones de la función SON de nivel inferior. Dichas condiciones pueden comprender un estado interno o cualquier otro parámetro perteneciente a la función SON de nivel inferior.

En una implementación, el controlador es operable para recibir, desde la función SON de alto nivel, uno o más parámetros objetivo y realizar la optimización de la red local de acuerdo con los parámetros objetivo. El controlador puede funcionar para recibir, desde la función SON de alto nivel, una indicación para activar o desactivar una optimización de red o no, en respuesta a la indicación.

- 5 En una implementación, el controlador es operable para detectar un problema asociado con el elemento de red, en el que la información incluye una descripción y/o detalles del problema. La descripción del problema puede incluir además una fuente anticipada del problema y/o una solución sugerida para el problema.

- 10 En algunas implementaciones, el envío de la información incluye el envío de la información a través de una interfaz 3GPP lte-N, en la que la interfaz puede incluir el Punto de Referencia de Integración del Modelo de Recursos de Red de Políticas SON de la lte-N, el Punto de Referencia de Integración de la Gestión del Rendimiento de la lte-N y/o el Punto de Referencia de Integración de rastreo de la lte-N.

La información puede incluir reportes de balanceo de carga, estadísticas de traspaso y/o acciones individuales del equipo de usuario.

### Breve descripción de los dibujos

- 15 Figura 1 es un diagrama de bloques funcional de una red LTE.  
 Figura 2 es un diagrama de bloques funcional de gestión de red jerárquica.  
 figura 3 es un diagrama que representa la oscilación HO.  
 Figura 4 es un diagrama de señalización que representa la señalización de traspaso.  
 Figura 5 es un diagrama de señalización que representa el intercambio de información.  
 20 Figura 6 es un diagrama de flujo de la operación cooperativa de la función SON.  
 Figura 7 representa diagramas de bloques funcionales de nodos de red.  
 Figura 8 es un diagrama de flujo de la operación de la función SON.

### Descripción detallada

Se distinguen dos categorías principales de interacción entre las funciones SON de bajo y alto nivel.

- 25 En un caso, las funciones SON en ambos niveles jerárquicos están realizando acciones de optimización de red por sí mismas y, además, la función SON de alto nivel está observando el funcionamiento de la función SON de nivel inferior. La observación se utiliza para detectar situaciones conflictivas o subóptimas cuando se necesitaría coordinación entre las diferentes capas. En tales casos, la función SON de alto nivel puede ejecutar la coordinación ya sea cambiando los parámetros objetivo de la función SON de nivel inferior, activando/desactivando ciertas funciones SON de nivel inferior, o simplemente ejecutando una optimización SON de alto nivel, que reconfigura el dominio en el que opera la función SON de nivel inferior. Un diagrama de este modo de operación se muestra en la Figura 6.

- 35 En otro caso, la función SON de nivel inferior se usa solo para la detección de un problema de red, que se informa a la función SON de nivel superior. La función SON de nivel superior realiza algunas acciones de optimización de red. Una razón para tal implementación es que la función SON de nivel inferior puede utilizar información detallada para detectar y observar la situación de la red en tiempo real, mientras que la función SON de alto nivel puede considerar múltiples fuentes de información (por ejemplo, reportes de múltiples funciones SON de nivel inferior, cada una operando en una celda diferente) para tomar las mejores decisiones generales de optimización de red. Por ejemplo, la detección de un interferente principal se puede hacer en la red, por ejemplo, en la estación base cerca de la interfaz de radio donde tales mediciones están constantemente disponibles, mientras que la resolución del problema se resuelve mejor en un sistema centralizado, de más alto nivel donde está disponible la información de varias celdas. Este modo de operación es similar al representado en la Figura 6; sin embargo, la función de optimización distribuida solo toma e informa de mediciones y eventos de red a la función de optimización de red centralizada.

- 40 Por consiguiente, en una realización, las acciones tomadas por las funciones SON de nivel inferior se informan a una función SON de nivel superior. Las acciones se pueden informar en un nivel de evento (es decir, cada acción realizada por la función SON de nivel inferior, por ejemplo, cada ejecución de traspaso basada en el balanceo de carga) o como un agregado de las acciones (por ejemplo, la proporción de balanceos de carga en base a los traspasos).

- 50 En otra realización, los problemas detectados por las funciones SON de nivel inferior se informan a la función SON de nivel superior. La función SON de nivel inferior detecta el problema en función de la información detallada disponible en el NE y pasa la descripción del problema a la función SON de nivel superior, junto con los detalles del

problema detectado. La función SON de nivel inferior también puede proporcionar información relacionada con la fuente esperada del problema y una o más posibles soluciones. Por ejemplo, la función SON de nivel inferior puede haber identificado un desequilibrio de carga crítico entre dos celdas, pero los usuarios están ubicados lejos de los bordes de la celda, o las condiciones de radio son tales que la función SON de nivel inferior no puede hacer nada al respecto forzando traspasos a una celda vecina. En este caso, la función SON de nivel inferior puede proporcionar toda esta información a la función SON de nivel superior, que puede alterar los límites de las celdas ajustando los niveles de potencia y la inclinación de la antena.

Como ejemplos representativos de la aplicación de realizaciones de la presente invención, y para ayudar a los expertos en la materia a apreciar su aplicación a otros ejemplos, a continuación se presentan una variedad de problemas de red, desafíos de gestión y oportunidades para la optimización de la red. El problema o la oportunidad de optimización se describe primero, con una explicación de la información disponible y las acciones que se pueden tomar para aliviar el problema y/u optimizar la red. Luego se describe la aplicación de realizaciones de la presente invención, por ejemplo, enumerando la información específica que se puede intercambiar, y las formas en que la tarea de optimización se puede asignar entre o a través de las funciones SON. Las áreas descritas incluyen Balanceo de Carga, Optimización de la Robustez de la Movilidad (MRO), Optimización de la Interferencia entre Celdas (ICIC), Conflicto y Resolución de la Identidad de las Celdas Físicas (PCI) y Eficiencia Energética (EE). Por supuesto, la presente invención no se limita a estas condiciones, y puede encontrar utilidad en una amplia gama de escenarios de optimización o resolución de problemas de red. Los expertos en la materia pueden aplicar fácilmente las enseñanzas descritas en el presente documento a tales áreas, sin experimentación excesiva.

#### Balanceo de carga

El Balanceo de Carga (LB) o "dirección de tráfico" funciona moviendo a los usuarios uno por uno de las celdas altamente cargadas a celdas menos cargadas para mejorar el rendimiento del usuario, por ejemplo, la velocidad de bits del usuario. En una realización, un usuario que es un buen candidato para la acción de balanceo de carga, por ejemplo, al estar ubicado en el borde de la celda con condiciones de enlace relativamente buenas a la celda vecina, puede moverse a la celda vecina para balancear la carga entre las dos celdas .

En otra realización, el Margen de Traspasos (HOM) (descrito más detalladamente más adelante en este documento) de los UE en una celda puede alterarse para desencadenar mediciones de celdas candidatas más cerca o más lejos de la celda de servicio, dependiendo de las cargas relativas de las celdas servidoras y candidatas. Se considera que los UE que desencadenan tales mediciones se entregan a la celda candidata informada. El HOM puede modificarse regularmente con el objetivo de igualar la carga entre celdas, o cambiarse cuando se considera que una celda está en una situación de sobrecarga o no cumple con la QoS de los usuarios atendidos, y una celda candidata no está en una situación de sobrecarga . En este caso, la celda en sobrecarga puede entregar varios UE que satisfacen los criterios de HOM para aliviar la situación de sobrecarga.

Las funciones SON se pueden utilizar para lograr el balanceo de carga y el intercambio entre celdas de muchas maneras: rápido o lento, distribuido o centralizado, a través de la reorientación de la antena o de los niveles de potencia de la señal de referencia a través de compensaciones individuales de la celda que afectan a la selección y la movilidad de la celda, a través de mecanismos de dirección de tráfico distribuidos, y similares. En una realización, una función SON de nivel inferior mueve a los usuarios individuales entre celdas, por ejemplo, considerando las compensaciones de celdas individuales. Esto puede contrarrestar el impacto negativo de las cargas de pico repentinas, moviendo a algunos usuarios de una celda a otra, tal vez por unos segundos. En una realización, la función SON de alto nivel monitoriza continuamente la carga en cada celda para realizar ajustes a largo plazo en los bordes de la celda a través de parámetros de potencia de antena y de señal de referencia. Por lo general, esta actualización se realizará una o varias veces al día para manejar la fluctuación de carga natural debido a cambios en los patrones de tráfico.

Las acciones de estas dos funciones SON contribuirán al objetivo general: balancear la carga y compartir los recursos para optimizar el rendimiento del usuario final. Sin embargo, la implementación no es sencilla. Para que el balanceo de carga centralizado tome decisiones correctas, la función SON de alto nivel debe considerar las acciones realizadas por las funciones SON de nivel inferior en cada elemento de la red para efectuar el balanceo y el reparto de carga distribuidos, ya que estos mitigan o incluso compensan el desbalanceo de carga entre dos celdas. Analizando solo la situación de carga en las celdas, el algoritmo centralizado puede concluir que no hay desbalanceo de carga entre las celdas. Tal balanceo de carga distribuido incurre en el costo de una mayor interferencia, que no dará como resultado un rendimiento óptimo de la capacidad de la red.

Otro ejemplo es cuando el balanceo y el reparto de carga distribuidos han identificado un desbalanceo de carga y han intentado repartir la carga de manera más uniforme pero falló. Puede deberse a las condiciones de radio que hacen que la carga repartida o los terminales móviles sean intratables.

En las realizaciones descritas en este documento, la observabilidad SON distribuida informa a la función SON centralizada sobre las acciones tomadas en la función SON del elemento de red descentralizado. Esto significa que la función SON centralizada debe monitorizar el balanceo de carga y el uso compartido del elemento de red descentralizado.

En una realización, el balanceo y el reparto de carga distribuidos deben reportar sobre temas que incluyen:

5 Las estadísticas de traspasos debidos al balanceo al reparto de carga , relacionados con una celda vecina específica, portadora, RAT con información que incluye: el número de traspasos de balanceo de carga intentados; el número de traspasos exitosos de balanceo de carga; y el número de intentos de traspasos de balanceo de carga previstos bloqueados por una geometría demasiado baja.

Los cambios en las compensaciones de relación de celda individuales consideradas para el traspaso, que incluyen: el antiguo valor de desplazamiento de relación de celda; el nuevo valor de desplazamiento de relación de celda; la razón del cambio; y la función SON NE que activa la acción (= SON Balanceo de Carga NE ).

10 Los eventos de traspaso individuales relacionados con la acción de balanceo de carga, que incluyen: RSRP de origen/destino, RSRQ, TA; posición del usuario (GNSS, eCID, CID, ...); aumento/disminución de la carga de celda en la celda origen y destino (incluido el plano posterior); utilización del servicio (usuario final); y la función SON NE que activa la acción (= SON Balanceo de Carga NE ).

15 La detección de situaciones de desbalanceo de carga, que incluyen: utilización de recursos en celdas vecinas propias, para todos los servicios y por usuarios no GBR/GBR; número de usuarios en las celdas origen - destino; distribución de usuarios (en términos de intensidad de señal de vecino propio, en términos de ubicación geográfica, ...); motivo del fallo del balanceo de carga en el elemento de red; acción propuesta para la función SON centralizada (por ejemplo, disminución/aumento de la cobertura en la celda A); Función SON NE que activa la acción (= SON Balanceo de Carga NE); y longitud de la cola en la celda de origen y destino.

20 La información podría enviarse como eventos individuales o agregarse como contadores, KPI. La permanencia de los bordes de celda se puede realizar mediante la reorientación de la antena (inclinación, acimut, ancho de haz) o mediante ajustes de potencia de la señal de referencia.

La función SON centralizada puede usar el balanceo de carga informado y compartir información como indicaciones de si las celdas individuales deben expandirse o reducirse en tamaño.

25 Cuando la función SON centralizada para la configuración de parámetros de antena recibe las estadísticas (y/o reportes de eventos de traspaso individuales) sobre el número de traspasos de equilibrio de carga exitosos e intentados, puede evaluar si la tasa promedio de LB relacionados con HO (intentados o exitosos) está por encima algún umbral desde la celda A a la celda B. Si ese es el caso, el algoritmo de optimización de antena centralizada (es decir, el algoritmo de optimización de la capacidad de cobertura) podría usarlo como un disparador para aumentar el área de cobertura de la celda B y disminuir el área de cobertura de la celda A. El desencadenante podría usarse como una regla específica en un motor de optimización basado en reglas, por ejemplo, donde generalmente hay varias reglas y la suma agregada de reglas desencadenadas proporciona el resultado procesable.

30

En otra realización, el balanceo de carga centralizado considera ajustes de tamaño de celda agregados y promediados mediante la función SON distribuida para derivar nuevas regiones de cobertura de celda deseadas.

35 En otra realización más, la función SON centralizada también considera estadísticas de fallo de traspaso, para derivar ajustes de tamaño de celda que corresponden a traspasos exitosos.

#### Optimización de la Robustez de la Movilidad

La robustez de la movilidad se refiere a ajustes de parámetros de traspaso. Esencialmente, se deben evitar tres situaciones.

40 Primero, un traspaso demasiado temprano, lo que significa que un UE se entrega a una celda candidata demasiado pronto con un enlace de radio o un fallo de traspaso como resultado. El UE vuelve pronto a la celda origen a través de procedimientos de restablecimiento.

Segundo, traspaso demasiado tarde, lo que significa que el UE se entrega demasiado tarde a la celda destino, de modo que el enlace a la celda origen se rompe antes de completar el traspaso.

45 En tercer lugar, el traspaso a una celda incorrecta, lo que significa que se intenta entregar el UE a una celda destino pero el procedimiento falla, y poco después el UE se restablece en otra celda. En la mayoría de los casos, probablemente hubiera sido mejor haber entregado el UE a la última celda destino directamente.

50 El mecanismo MRO puede ajustar uno o más de los siguientes parámetros de traspaso que controlan la notificación de eventos del UE: el Umbral que indica qué tan fuerte debe ser una determinada celda candidata antes de que se reporte a la celda servidora; el Coeficiente de filtro aplicado a la medición antes de considerar los desencadenantes de evaluación; y el Tiempo del desencadenante, es decir, la ventana de tiempo dentro de la cual la condición desencadenante debe cumplirse continuamente para activar el evento de reporte en el UE.

Por ejemplo, se puede contrarrestar una relación de 'traspaso demasiado temprano' superior a la deseada aumentando el umbral, retrasando el desencadenante de evento de reporte. Como otro ejemplo, se puede

contrarrestar una relación de traspaso a celda equivocada' más alta de la deseada aumentando el umbral hacia la primera celda objetivo no deseada.

Los temas relacionados con MRO incluyen la oscilación HO, el margen de traspaso y el tiempo de activación, la causa HO y el reporte RLF.

- 5 La Oscilación de Traspaso (HO) se define con respecto a la Figura 3. Si  $T < T_{osc}$ , entonces el HO se considera una oscilación. La tasa de oscilación se puede definir como la relación entre el número de oscilaciones y el número total de HO. Hay un límite superior para una tasa de oscilación aceptable que se origina, por ejemplo, desde la carga de la red de núcleo. Además, la tasa de oscilación está relacionada con el rendimiento del usuario final. Por un lado, las oscilaciones son dañinas ya que esto induce señalización y demoras adicionales, y por otro lado, las oscilaciones permiten que el usuario se conecte a la mejor celda. Esto debe ser balanceado para que el usuario final experimente el mejor rendimiento.

El margen de traspaso (HOM) es la diferencia entre la calidad de radio de la celda de servicio y la calidad de radio necesaria antes de intentar un traspaso. La calidad de la radio se mide utilizando la RSRP o la RSRQ. Véase la TS 3GPP 36.305 para más información.

- 15 El UE desencadena el procedimiento de traspaso intra-frecuencia enviando un reporte de eventoA3 al eNB. Este evento ocurre cuando el UE mide que la celda destino es mejor que la celda de servicio con un margen "HOM". El UE se configura a través de RRC al ingresar a una celda, y el HOM se calcula a partir de los siguientes parámetros configurables:

$$HOM = Ofs + Ocs + Off - Ofn - Ocn + Hys$$

- 20 donde

Ofs es el desplazamiento específico de frecuencia de la celda de servicio;

Ocs es el desplazamiento específico de celda de la celda servidora;

Off es el desplazamiento-a3;

Ofn es el desplazamiento específico de frecuencia de la celda vecina;

- 25 Ocn es el desplazamiento específico de celda de la celda vecina; y

Hys es la histéresis.

De este modo, el HOM puede modificarse modificando uno o más de estos parámetros. Para el traspaso entre frecuencias, se utiliza una fórmula similar.

- 30 El tiempo de activación es el período de tiempo requerido antes de activar un intento de traspaso. Durante este tiempo, la celda vecina tendrá una mejor calidad de radio y luego se activará el intento de traspaso. Estos se explican más detalladamente en la TS 3GPP 36.300.

- 35 La Causa HO es la razón del traspaso. Una vez que la celda de servicio ha decidido realizar un HO basado en reportes de medición recibidos del UE, la celda de origen realiza una solicitud de HO sobre X2AP, como se muestra en la Figura 4 (ver la TS 3GPP 36.423 para más información). En el mensaje SOLICITUD DE TRASPASO, el eNB de origen debe indicar la causa del HO, que puede ser, por ejemplo, un Traspaso Deseable por Razones de Radio; el Traspaso de Optimización de Recursos; o Reducir la Carga en la Celda Servidora. Por lo tanto, el eNB de destino sabe que el HO se debe a la optimización de recursos o para reducir la carga en la celda servidora. Una señalización similar se puede enrutar a través de enlaces S1 y MME, ver S1AP, TS 3GPP 36.413.

- 40 En el caso de un fallo de enlace de radio (RLF), el eNB puede solicitar un reporte desde el UE. Después de un restablecimiento de la conexión RRC como resultado de un RLF, el eNB puede enviar un mensaje SolicitudInformaciónUE al UE, como se muestra en la Figura 5. Consulte la TS 3GPP 36.331 para obtener más información. Si el eNB solicita un reporte RLF en el mensaje SolicitudInformaciónUE y el UE tiene dicha información, entonces el UE proporciona la siguiente información al eNB: El E-CGI de la última celda que sirvió al UE (en caso de RLF) o el destino del traspaso (en caso de fallo de traspaso). Si no se conoce el E-CGI, se utiliza la información de frecuencia y PCI; el E-CGI de la celda en la que se realizó el intento de restablecimiento; el E-CGI de la celda que sirvió al UE en la última inicialización del traspaso, es decir, cuando el UE recibió el mensaje 7 (Reconf. Con. RRC), como se presenta en la Figura 10.1.2.1.1-1; el tiempo transcurrido desde la última inicialización del traspaso hasta el fallo de la conexión; una indicación de si el fallo de la conexión se debió a un fallo de RLF o de traspaso; y la RSRP y la RSRQ de la celda de servicio y las celdas vecinas detectadas por el UE en el evento RLF. Usando esta información, el eNB puede deducir si el RLF se debió a parámetros de HO incorrectos (demasiado temprano, demasiado tarde) o debido a un agujero de cobertura (no hay celda con suficiente intensidad de señal).

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, las acciones y medidas informadas tomadas por la función SON de optimización de la robustez de la movilidad en el elemento de red incluyen:

5 El cambio del parámetro de traspaso a nivel de celda, que incluye: el parámetro de desplazamiento de traspaso específico de celda de origen: valor antiguo - nuevo; parámetro de desplazamiento de traspaso específico de celda vecina: valor antiguo - nuevo; parámetro de histéresis de traspaso: valor antiguo - nuevo; parámetro de umbral de traspaso: valor antiguo - nuevo; tiempo de entrega para activar el parámetro: valor antiguo - nuevo; y razón para el cambio; y la función SON NE que activa la acción (=SON MRO NE).

10 El cambio de parámetros de traspaso específicos del UE, que incluyen: el parámetro de traspaso cambiado: valor antiguo - nuevo; la Información específica del UE (por ejemplo, la RSRP/RSRQ medida); la información específica de la celda (por ejemplo, la carga de la celda); la razón del cambio; función SON NE que activa la acción (=SON MRO NE).

La optimización de parámetros de traspaso fallido, que incluye: la razón de la incapacidad para cumplir los objetivos de rendimiento del traspaso; celda origen - celda destino; la acción sugerida para una SON superior (aumentar/disminuir el tamaño de la celda); y la función SON NE que activa la acción (=SON MRO NE).

15 Los reportes RLF dónde la causa del RLF se debe a un agujero de cobertura.

20 La función MRO del elemento de red puede haber intentado ajustar los parámetros de traspaso para contrarrestar los traspasos demasiado pronto o demasiado tarde, pero estos contadores no pueden mejorarse. Esto significa que la MRO no puede cumplir los objetivos en las tasas de éxito de traspaso, etc. En una realización, la MRO distribuida indica sus problemas con el ajuste exitoso de los parámetros de traspaso enviando el mensaje de "Optimización de parámetros de traspaso fallido" a la función SON de nivel superior. Esta información se considera en la función centralizada de MRO, y se interpreta como la necesidad de un reajuste de superposición de celdas más completo entre las dos celdas. Esto se puede lograr mediante ajustes de parámetros de antena, calculados por la función SON central y reconfigurados en la red.

25 En otra realización, la función MRO distribuida puede ser capaz de encontrar una configuración de parámetros en la que se cumplan los objetivos de rendimiento de traspaso deseados. Sin embargo, la configuración de parámetros dada puede ser subóptima desde otros aspectos, por ejemplo, provocando una interferencia inter-celdas demasiado alta y usuarios atendidos en situaciones de mala interferencia. La función SON de nivel superior puede detectar esta situación en función de las métricas de rendimiento reportadas y los valores de los parámetros de HO establecidos por la función SON de nivel inferior. Según esta información, la función SON de nivel superior puede imponer restricciones en el rango de parámetros que puede ajustar la función SON de nivel inferior y/o puede decidir cambiar el tamaño de las celdas y el área de cobertura ajustando los parámetros de la antena.

Optimización de interferencia inter-celdas

35 La coordinación de interferencia inter-celdas (ICIC) se introdujo en la versión 8/9 de los estándares 3GPP LTE. La idea básica de ICIC es mantener las interferencias entre celdas bajo control mediante métodos de gestión de recursos de radio (RRM). ICIC es inherentemente una función RRM de varias celdas que necesita tener en cuenta la información (por ejemplo, el estado de uso de recursos y la situación de carga de tráfico) de múltiples celdas.

El ICIC distribuido puede haber intentado coordinar la interferencia entre dos celdas, pero el rendimiento del borde de la celda reportado aún no es satisfactorio y la interferencia inter-celdas aún es demasiado alta.

40 En una realización, el SON distribuido indica la incapacidad para resolver la situación de interferencia persistente al SON centralizado, lo que considera esto como una indicación para reducir la superposición de celdas entre las dos celdas, por ejemplo a través de ajustes de antena o reconfigurando el algoritmo ICIC en el elemento de red, por ejemplo, al cambiarlo a la operación fija de reutilización-N desde la reutilización-1.

La acción y las mediciones reportadas por la función ICIC SON pueden incluir:

45 La indicación de interferencia persistente, que incluye: la razón de la incapacidad de la función ICIC distribuida para reducir la interferencia; la celda vecina interferente principal; una o más acciones sugeridas (cambiar a reutilización-N, cambiar tamaños de celda, ...); y la función SON NE que desencadena la acción (= NE ICIC).

Las medidas tomadas por ICIC, que incluyen: el cambio en la asignación de recursos del dominio de frecuencia (por ejemplo, bandas protegidas frente a compartidas) y la función SON NE que desencadena la acción (=ICIC NE).

Conflicto y resolución de PCI

50 Cuando dos o más celdas comparten la misma PCI (identidad de celda física) o SC (código codificado) dentro de la vecindad de una tercera celda, hay un conflicto que debe manejarse. Cuando dos o más celdas cercanas tienen la misma PCI o SC asignada, la identificación única de las celdas vecinas medidas por los UE es difícil o imposible, y por lo tanto puede resultar en intentos de traspaso hacia la celda equivocada.

- El primer paso para resolver tal situación de conflicto es detectar la colisión. El NE que recibe reportes de medición de los UE puede detectar cuándo dos o más celdas tienen el mismo PCI asignado, por ejemplo, ordenando a los UE que reporten de tanto la PCI como el identificador de celda único global (GUCI). En el segundo paso, durante la resolución del conflicto, la solución podría ser un rediseño de la asignación de PCI a las celdas. Si bien la detección del conflicto se puede hacer en función de la información recopilada y disponible en el NE, es necesario reasignar los códigos PCI de manera coordinada con otras celdas. Una reasignación coordinada de los códigos PCI debe realizarse desde una entidad con conocimiento global de las múltiples celdas, lo cual se realiza mejor desde el sistema OAM. Tenga en cuenta que la asignación inicial de los códigos PCI y SC también se determina a partir de OAM durante la fase de implementación.
- 5
- 10 La indicación informada de la función NE PCI puede ser la siguiente:
- Indicación de colisiones PCI/SC, que incluye: La lista de Pares PCI y GUCI de celdas en colisión: [(PCI-1, GUCI-1), (PCI-1, GUCI-2), ...]; y la función SON NE que desencadena la acción (= NE PCI).
- Eficiencia energética
- 15 Los mecanismos de eficiencia energética (EE) pueden afectar temporalmente la capacidad del elemento de red para ahorrar energía. Por ejemplo, algunos puertos de antena pueden deshabilitarse en tiempos de poca carga. Esto afectará la carga de la celda en términos de utilización de los recursos disponibles. Una solución centralizada de optimización de cobertura y capacidad debe ser consciente de las acciones de ahorro de energía para evaluar correctamente la carga de la celda mediante la utilización de recursos.
- Las acciones y mediciones reportadas por la función SON de eficiencia energética pueden incluir:
- 20 La acción de ahorro de energía invocada por la función EE de red, que incluye: Celda encendida/apagada Banda de frecuencia/portadora activada/desactivada; Sectorización activada/desactivada; y similares.
- En una realización, la función SON centralizada no considera estadísticas de celdas que han estado operando bajo ajustes de eficiencia energética.
- 25 En otra realización, la función SON centralizada ajusta la carga en términos de utilización de recursos para corresponder a una operación de elemento de red más completa, por ejemplo con todos los puertos de antena habilitados.
- Función SON que informa sobre la ltf-N
- 30 El reporte de las funciones SON del elemento de red se puede realizar en la interfaz estandarizada ltf-N como se define en 3GPP (ver Figura 2 para la ubicación de esta interfaz en la arquitectura lógica). Las funciones ltf-N se agrupan y definen en los llamados Puntos de Referencia de Integración (IRP), que especifican las clases de objetos de información y sus atributos que están disponibles en el IRP dado. También especifican interacciones, por ejemplo, notificaciones, lectura/escritura de atributos, etc., que están disponibles en el IRP.
- 35 Para administrar las funciones SON de la red, el "Modelo de recursos de red de políticas de SON IRP" ya está definido, lo que admite el control de las funciones SON del elemento de red, por ejemplo, mediante el establecimiento de objetivos y también el envío de notificaciones hacia arriba, por ejemplo, cuando se han cambiado ciertos valores de atributo Ver la TS 3GPP 32.522 para la especificación detallada.
- Hay IRP definidos, por ejemplo, para PM que incluye reportes de contadores, KPI a nivel de celda y para rastreo, donde el IRP de rastreo permite la recopilación de eventos, mensajes y mediciones más detallados por nivel de UE.
- 40 Existe el IRP de notificación de gestión de configuración (CM) (TS 32.302), que especifica un mecanismo de notificación en la ltf-N donde la capa NM puede suscribirse a las notificaciones de la capa DM, por ejemplo para recibir alarmas. En una realización, las notificaciones de la función SON pueden agregarse al conjunto IRP de notificaciones CM.
- 45 Algunas de las características de los reportes SON introducidas por las realizaciones de la presente invención pueden agregarse como procedimientos de notificación estandarizados dentro de la "Política de SON y el IRP del Modelo de Recursos de Red", mientras que otras podrían agregarse al IRP de Notificaciones de PM.
- Las características de reporte relacionadas con las acciones de las funciones de elemento de red SON se pueden agregar al IRP SON, por ejemplo, en el caso del reporte de balanceo de carga SON, cada una de las siguientes características de reporte se podría agregar como una notificación separada en la 32.522: Cambio de las compensaciones de relación de celda individual consideradas para el traspaso; y Detección de situaciones de desbalanceo de carga.
- 50 Las características de reporte relacionadas con acciones individuales relacionadas con el UE (por ejemplo, la ejecución de un traspaso de balanceo de carga para ese UE) pueden agregarse mejor al IRP de seguimiento en la

Iff-N. En este caso, el evento informado aparecería como otro evento más en el registro de seguimiento recopilado, como los eventos de traspaso individuales relacionados con la acción de balanceo de carga.

5 Sin embargo, otro grupo de características de reporte SON introducidas puede definirse mejor como parte del IRP PM, en términos de contadores, incluidos, por ejemplo, los siguientes (en el caso de balanceo de carga SON): Estadísticas de traspaso debidas al balanceo y reparto de carga y el uso compartido, relacionados con una celda vecina específica, portadora, RAT.

Como se representa en las Figuras 1 y 2, las funciones SON de nivel superior pueden ejecutarse en nodos de red en la red central, mientras que las funciones SON de nivel inferior se ejecutan preferiblemente en nodos de red de acceso, como el eNB. La Figura 7 representa diagramas de bloques de estos nodos en una red 100.

10 El nodo 102 de red, en el sistema de Operación y Mantenimiento de la red central (o, generalmente, una red central), incluye un controlador (también denominado procesador) 104 conectado operativamente a la memoria 106 y una interfaz 110 de red. Bloques funcionales no relacionados con la presente discusión se omiten para mayor claridad.

15 El procesador 104 puede comprender cualquier máquina de estado secuencial operativa para ejecutar instrucciones de máquina almacenadas como programas informáticos legibles por máquina en la memoria 106, tales como una o más máquinas de estado implementadas en hardware (por ejemplo, en lógica discreta, FPGA, ASIC, etc.); lógica programable junto con el firmware apropiado; uno o más procesadores de propósito general de programas almacenados, como un microprocesador o un Procesador Digital de Señales (DSP), junto con el software apropiado; o cualquier combinación de lo anterior.

20 La memoria 106 puede comprender cualquier medio legible por máquina no transitorio conocido en la técnica o que pueda desarrollarse, incluidos, entre otros, medios magnéticos (por ejemplo, un disquete, una unidad de disco duro, etc.), medios ópticos (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD-ROM, etc.), medios de estado sólido (por ejemplo, una SRAM, una DRAM, una DDRAM, una ROM, una PROM, una EPROM, una memoria Flash, etc.) o similares. La memoria 106 está operativa para almacenar el código 108 del programa informático que contiene instrucciones operativas para hacer que el controlador 104 implemente la funcionalidad de una función SON de alto nivel.

25 La interfaz 110 de red puede tomar la forma de un módem, un banco de módems, un dispositivo Ethernet, un dispositivo de interfaz de bus serie universal (USB), una interfaz serie, un dispositivo de anillo de token, un dispositivo de interfaz de datos distribuidos por fibra (FDDI), un dispositivo de red de área local inalámbrica (WLAN) y/u otros dispositivos conocidos para conectarse a redes e intercambiar datos con otros nodos en la red. La interfaz de red 110 puede permitir que el procesador 104 se comunice con una amplia gama de redes y dispositivos, pero  
30 en particular es operativa para implementar la comunicación con una pluralidad de nodos de eNodo B 120.

El nodo 120, en la red de acceso de radio (como una RAN), que puede comprender, por ejemplo, un eNodo B en una RAN LTE o un nodo en una red central, incluye un controlador 122 conectado operativamente a la memoria 124, una interfaz de red 128, y un transceptor 130 que a su vez está conectado a una o más antenas 132. Los bloques funcionales que no están relacionados con la presente discusión se omiten para mayor claridad.

35 El procesador 122, la memoria 124 y la interfaz de red 128 pueden comprender cualquier módulo de hardware y/o software como se describió anteriormente para la funcionalidad correspondiente en el nodo de red 102. La memoria 124 está operativa para almacenar el código de programa informático 126 que contiene instrucciones operativas para hacer que el controlador 122 implemente la funcionalidad de una función SON de nivel inferior.

40 El transceptor 130 está operativo para transmitir y recibir señales hacia y desde el UE en la RAN, a través de la antena o antenas 132, de acuerdo con un protocolo de comunicación inalámbrica conocido, tal como 3GPP LTE. Por supuesto, en otras realizaciones, el transceptor 130 puede funcionar de acuerdo con protocolos de acceso múltiple por división de código (CDMA) (por ejemplo, UTRA, CDMA2000, WCDMA), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX), y/u otros protocolos de comunicación inalámbrica conocidos.

45 La Figura 8 es un diagrama de flujo de una operación de función SON. Una función SON de alto nivel, en una estructura jerárquica de funciones SON en una red, interactúa con una o más funciones SON de nivel inferior. Por ejemplo, la información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado se recibe de una o más funciones SON de nivel inferior, incluyendo la identidad de la función SON de nivel inferior. Además, las condiciones de la red pueden relacionarse con las condiciones de una o más funciones SON de nivel inferior. Tales condiciones pueden  
50 en una variante relacionarse con un estado interno de una o más funciones SON de nivel inferior. En un ejemplo específico, las condiciones pueden pertenecer a un posible impacto de una acción tomada o a ser tomada por la una o más funciones SON de nivel inferior, los objetivos SON subyacentes a una acción específica, las prioridades de la función SON, las políticas de coordinación SON, los estados de la función SON, y así sucesivamente.

55 Las condiciones de la red y/o la actividad del abonado también pueden incluir un estado o estados de un objeto administrado (por ejemplo, un eNodo B).

Se analiza la información recibida de una o más funciones SON de nivel inferior. Se realizan una o más acciones para optimizar la red en respuesta al análisis de información.

En cualquier caso, se analiza la información recibida de una o más funciones SON de nivel inferior. Se realizan una o más acciones para optimizar la red en respuesta al análisis de información.

- 5 Las realizaciones de la presente invención proporcionan diferentes funciones SON para cooperar sin realmente interactuar directamente. En cambio, una función SON hace visible su acción con información detallada sobre sus acciones. Esta información junto con lo que normalmente está disponible hace posible que las funciones de SON de nivel superior tomen una decisión correcta.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método, mediante una función (108) de Red de Auto Organización de alto nivel, SON, en una estructura jerárquica de funciones (108, 126) SON en una red, de interacción con dos o más funciones (126) SON de nivel inferior dentro la estructura jerárquica, operando las funciones SON de nivel inferior en diferentes celdas, que comprenden:
- recibir, de las dos o más funciones SON de nivel inferior, información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado, incluyendo la información la identidad de las dos o más funciones SON de nivel inferior y cualquier acción de optimización de red realizada por las dos o más funciones SON de nivel inferior;
- 10 analizar la información recibida de las dos o más funciones SON de nivel inferior, incluida la consideración de acciones distribuidas de balanceo de carga realizadas por las funciones SON de nivel inferior; y
- realizar una o más acciones de balanceo de carga centralizadas para optimizar la red en respuesta al análisis de información,
- 15 en donde la función SON de alto nivel está situada en un Gestor de Red, NM, y opera para optimizar la red general, y las dos o más funciones SON de nivel inferior están situadas en cada Elemento de Red, NE, para optimizar localmente el NE bajo el control y dirección de la función SON de alto nivel.
2. Un producto de programa informático que comprende un código de programa que contiene instrucciones para hacer que un controlador implemente la funcionalidad del método de la reivindicación 1.
3. Un nodo (102) de red que comprende:
- una interfaz (110) de red;
- 20 un controlador (104) conectado operativamente a una memoria (106) y a la interfaz (110) de red; y
- la memoria (106) operativa para almacenar el código del programa informático que contiene instrucciones operativas para hacer que el controlador (104) implemente la funcionalidad de una función (108) de red de auto organización de alto nivel, SON, , la función SON de alto nivel (108 ) en una estructura jerárquica de funciones SON en una red que se configura para interactuar con una o más funciones (126) SON de nivel inferior dentro de la estructura jerárquica,
- 25 las funciones SON de nivel inferior operan en diferentes celdas, el controlador (104) es operable para:
- recibir, de dos o más funciones (126) SON de nivel inferior, información sobre las condiciones de la red o la actividad del abonado, incluyendo la información la identidad de las dos o más funciones (126) SON de nivel inferior;
- 30 analizar la información recibida de las dos o más funciones (126)SON de nivel inferior, incluida la consideración de acciones de balanceo de carga distribuidas realizadas por las funciones SON de nivel inferior; y
- realizar una o más acciones de balanceo de carga centralizadas para optimizar la red en respuesta al análisis de información,
- 35 en donde la función SON de alto nivel está situada en un Gestor de Red, NM, y opera para optimizar la red general, y las dos o más funciones SON de nivel inferior están situadas en cada Elemento de Red, NE, para optimizar localmente el NE bajo el control y dirección de la función SON de alto nivel.
4. El nodo de red de la reivindicación 3, en el que la información incluye una acción de optimización de red realizada por al menos una de las dos o más funciones de SON de nivel inferior.
5. El método de la reivindicación 3 o 4, en el que la información sobre las condiciones de la red se refiere a las condiciones de al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior, como un estado interno de la al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior
- 40 6. El nodo de red de la reivindicación 3, 4 o 5, en donde la información incluye adicionalmente una o más recomendaciones de optimización de red, en donde, como opción, la recomendación de optimización de red debe ser realizada por al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior
7. El nodo de red de la reivindicación 5 o 6, en donde la recomendación de optimización de red es un parámetro de configuración sugerido para al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior.
- 45 8. El nodo de red de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 7, en el que operar para realizar una o más acciones para optimizar la red comprende operar para ajustar uno o más parámetros de operación de la red.
9. El nodo de red de la reivindicación 8, en el que el ajuste de uno o más parámetros de operación de la red altera el área geográfica de servicio de uno o más elementos de red operativos para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados; o
- 50

en donde el ajuste de uno o más parámetros de operación de la red altera la capacidad de uno o más elementos de red operativos para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a uno o más abonados; o

en donde el uno o más parámetros de operación comprenden un parámetro de configuración para al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior.

5 10. El nodo de red de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9 anteriores, en el que la información incluye una descripción de un problema detectado por al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior y/o detalles del problema.

11. El nodo de red de la reivindicación 10, en el que la descripción de un problema incluye además una fuente anticipada del problema; y/o

10 en donde la descripción de un problema incluye además una solución sugerida al problema.

12. El nodo de red de la reivindicación 8, en el que el uno o más parámetros de operación comprenden si al menos una de las dos o más funciones SON de nivel inferior están activadas o desactivadas.

13. El nodo de red de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 12, en el que la información se recibe a través de una interfaz 3GPP Itf-N.

15 14. El nodo de red de la reivindicación 13, en el que la información se recibe a través del Punto de Referencia de Integración del Modelo de Recursos de Red de la Política SON de la Itf-N; o

en el que la información se recibe a través del Punto de Referencia de Integración de Gestión de Rendimiento de la Itf-N; o

en el que la información se recibe a través del Punto de Referencia de Integración de Rastreo de la Itf-N.

20 15. El nodo de red de la reivindicación 14, en el que la información incluye acciones individuales de UE.

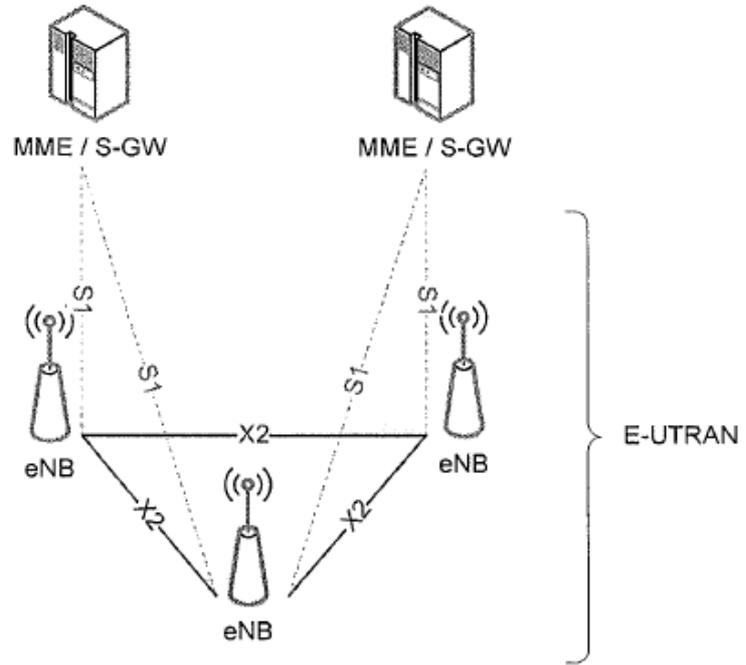


Figura 1

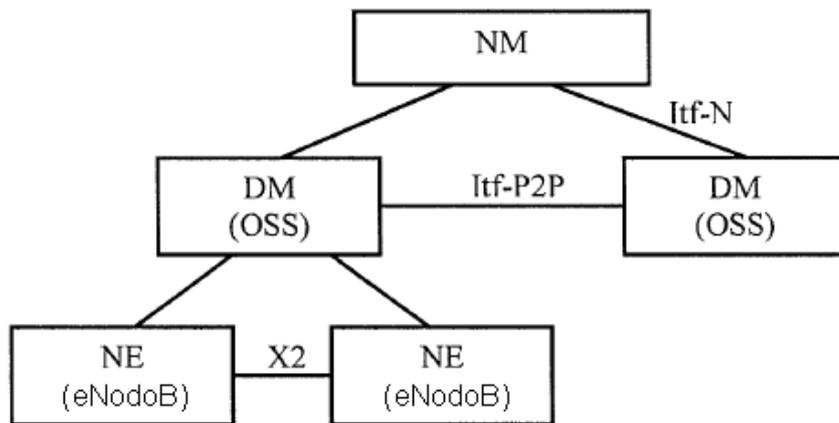


Figura 2

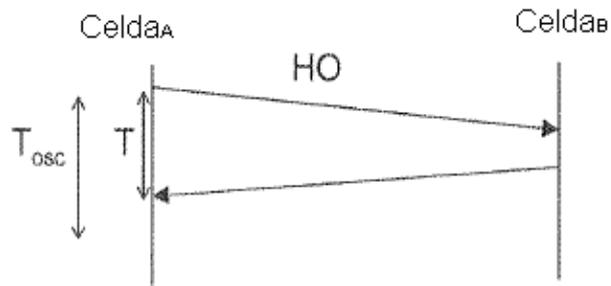


Figura 3

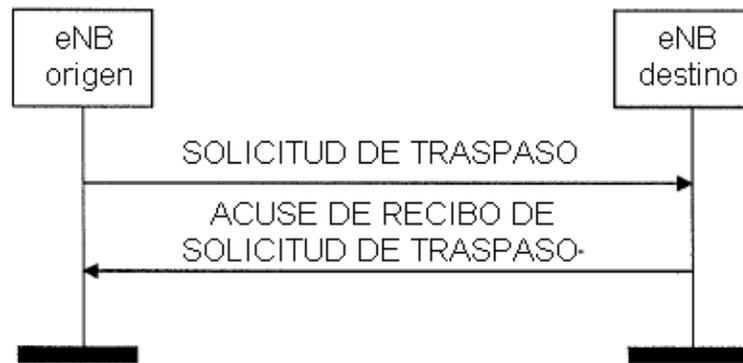


Figura 4

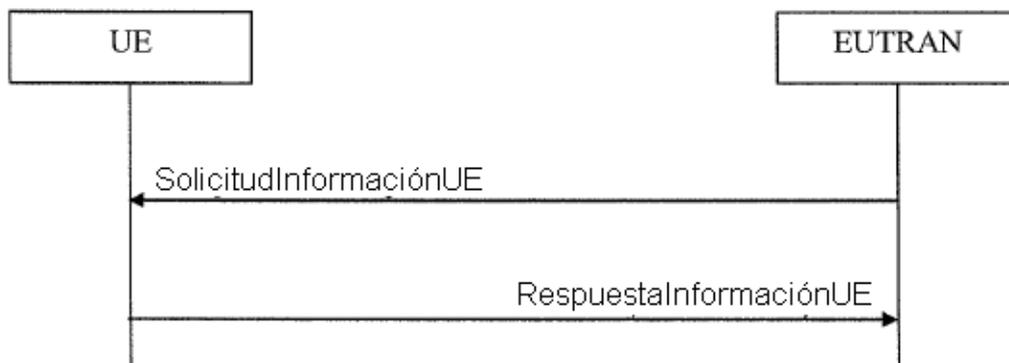


Figura 5

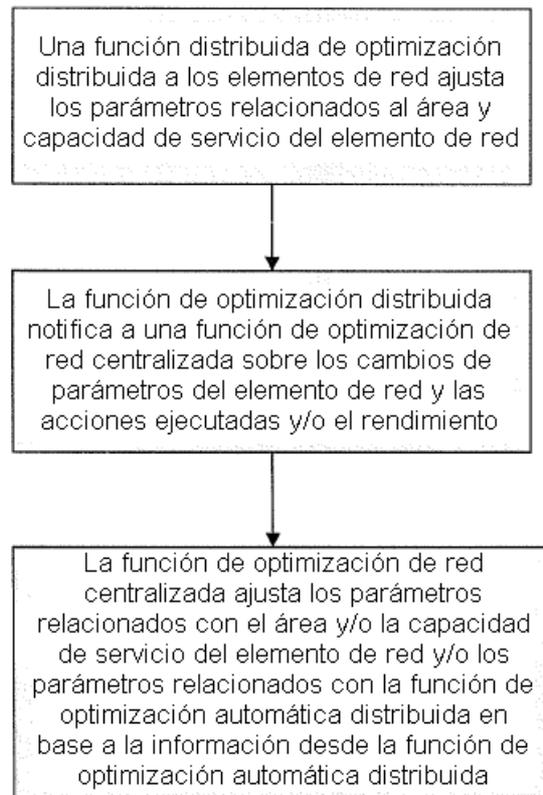


Figura 6

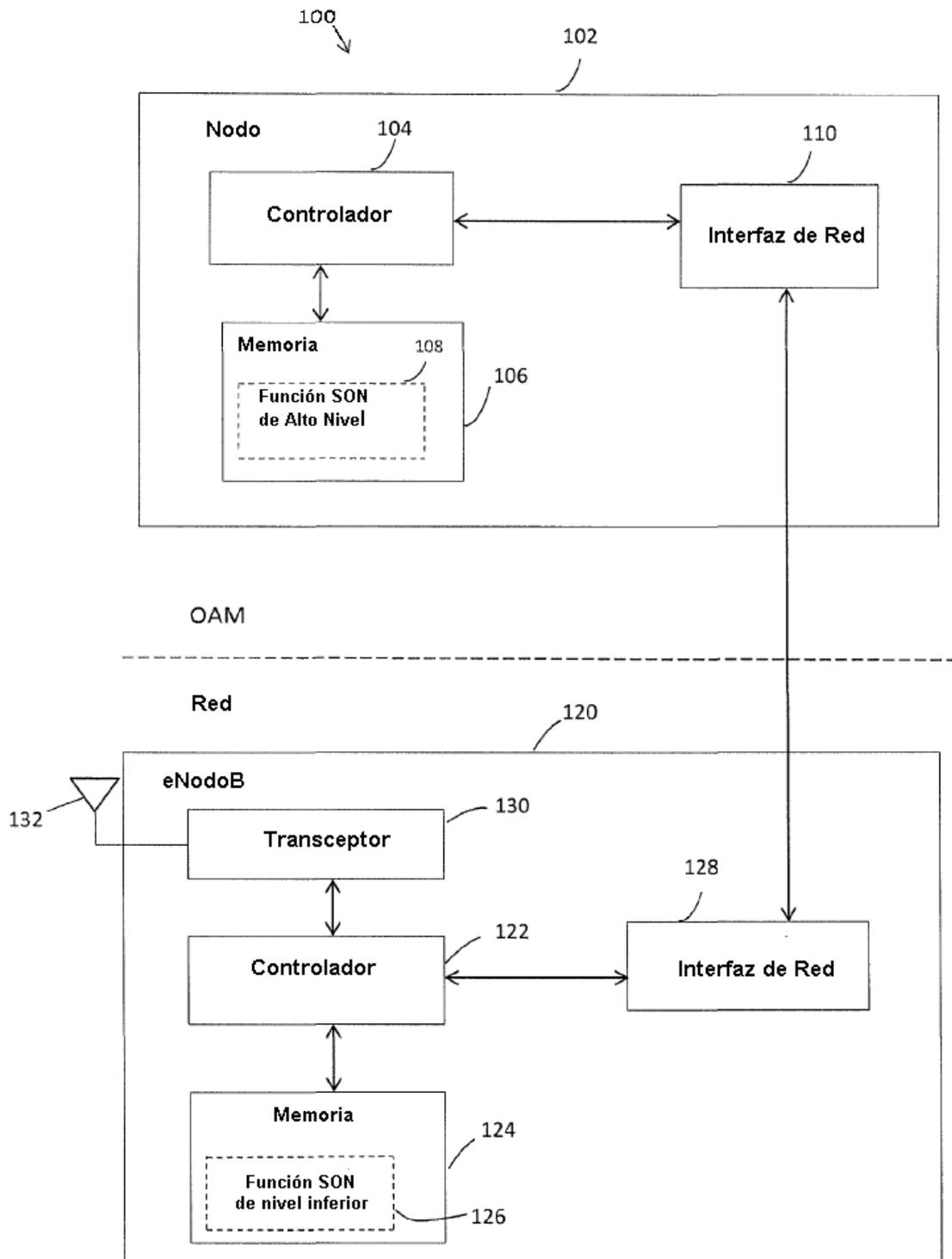


FIG. 7

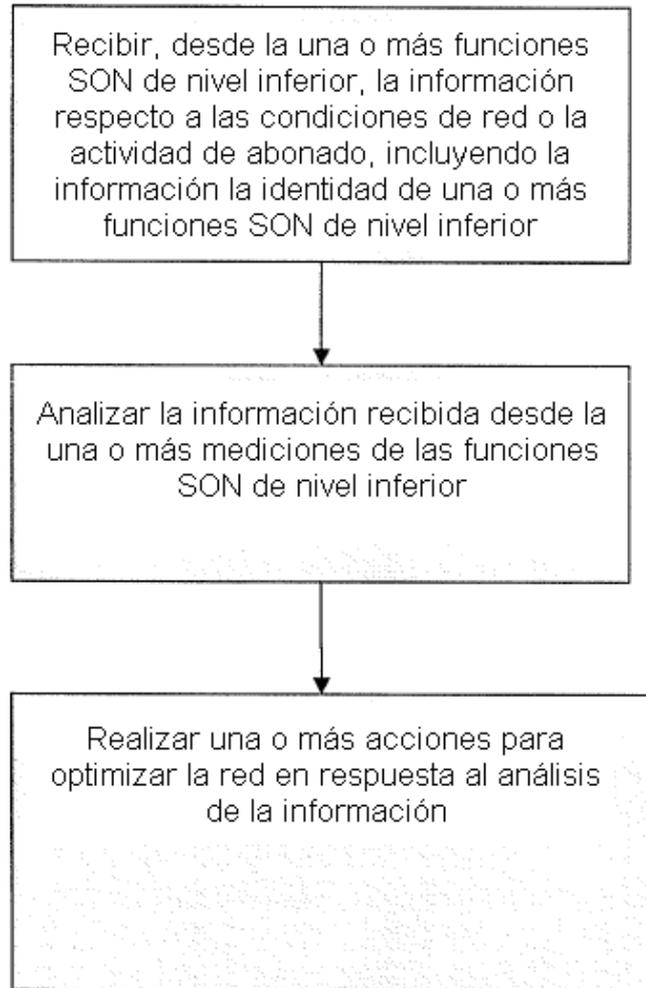


Figura 8